



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년12월26일
(11) 등록번호 10-0875910
(24) 등록일자 2008년12월18일

(51) Int. Cl.
B22C 9/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2003-7015903
(22) 출원일자 2003년12월04일
심사청구일자 2007년03월28일
번역문제출일자 2003년12월04일
(65) 공개번호 10-2003-0097910
(43) 공개일자 2003년12월31일
(86) 국제출원번호 PCT/US2002/010467
국제출원일자 2002년04월03일
(87) 국제공개번호 WO 2002/100571
국제공개일자 2002년12월19일
(30) 우선권주장
09/876,613 2001년06월07일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020010053592 A
US04019558 A1
US05824730 A1

(73) 특허권자
날코 컴파니
미합중국 일리노이주 네이퍼빌시 웨스트 딜 로드
1601
(72) 발명자
돌스, 로널드, 에스.
미합중국, 일리노이주60526, 라그랜지파크, 노스스프
링에비뉴900
(74) 대리인
강성배

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 김수형

(54) 정밀주조 셀의 형성방법

(57) 요약

한종 이상의 마이크로실리카를 정밀주조 셀에 혼입시킴으로써 상기 셀의 강도와 고형분 수준을 증가시키는 방법 이 제공된다.

특허청구의 범위

청구항 1

한 종 이상의 마이크로실리카를 정밀주조 셸(investment casting shell)내에 혼입시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 정밀주조 셸의 강도와 고형분 수준을 증가시키는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 마이크로실리카가 실리카 폼, 혼중 실리카, 포졸란 및 이들의 혼합물로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 정밀주조 셸의 강도와 고형분 수준을 증가시키는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 포졸란은 규조토, 오팔린 처트 및 셰일, 응회암, 화산재, 경석(pumicite) 및 플라이애쉬(fly ash)로 이루어진 그룹으로부터 선택되는 것을 특징으로 하는 정밀주조 셸의 강도와 고형분 수준을 증가시키는 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 마이크로실리카가 실리카 폼인 것을 특징으로 하는 정밀주조 셸의 강도와 고형분 수준을 증가시키는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 마이크로실리카가 셸의 중량을 기준으로 하여 0.1 내지 15.0중량%의 양으로 셸에 첨가되는 것을 특징으로 하는 정밀주조 셸의 강도와 고형분 수준을 증가시키는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 마이크로실리카가 셸의 중량을 기준으로 하여 0.2 내지 10.0중량%의 양으로 셸에 첨가되는 것을 특징으로 하는 정밀주조 셸의 강도와 고형분 수준을 증가시키는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 마이크로실리카가 셸의 중량을 기준으로 하여 0.5 내지 5.0중량%의 양으로 셸에 첨가되는 것을 특징으로 하는 정밀주조 셸의 강도와 고형분 수준을 증가시키는 방법.

청구항 8

실리카 폼을 정밀주조 셸의 중량을 기준으로 하여 0.5 내지 5.0중량%의 양으로 상기 셸에 혼입시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 정밀주조 셸의 강도 및 고형분 수준을 증가시키는 방법.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 대체로 정밀주조에 관한 것이며, 특히, 정밀주조 셸의 강도와 고형분 수준을 증가시키는 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 정밀주조(investment casting; 또한, 'lost wax', 'lost pattern' 및 'precision casting'이라고도 불림)는 비교적 정밀한 치수 허용성을 충족시키는 고품질 금속 제품 제조에 사용된다. 전형적으로, 정밀주조는 먼저 정밀주조 셸이라고 알려진, 용융된 금속이 도입될 수 있는 얇은 벽이 있는 세라믹 주형을 제작함으로써 수행된다.

<3> 셸들은 통상적으로 정밀주조에 의해 제조될 금속 물체의 용융성 기재로부터 복사판(facsimile) 또는 패턴을 먼저 만듦으로써 제작된다. 적당한 용융성 기재로는 왁스, 폴리스티렌 또는 플라스틱 등을 포함한다.

<4> 다음에, 상기 패턴 주위로 세라믹 셸을 형성한다. 이는 패턴을 콜로이드성 실리카나 에틸 실리케이트 등의 액체

내화성 결합제와 석영, 용융 실리카, 지르콘, 알루미늄 또는 알루미늄실리케이트 등의 내화성 분말의 혼합물을 함유하는 슬러리에 침지시킨 다음, 무수 내화성 입자를 상기 금방 침지된 패턴위로 체질(sieving)함으로써 수행될 수 있다. 가장 흔히 사용되는 무수 내화성 입자는 석영, 용융 실리카, 지르콘, 알루미늄 및 알루미늄실리케이트를 포함한다.

- <5> 패턴을 내화성 슬러리에 침지시키고 이어서 금방 침지된 패턴위로 무수 내화성 입자를 체질하는 상기 단계는 셀의 원하는 두께를 얻을 때까지 반복될 수 있다. 그러나, 이는 슬러리와 내화성 입자로 된 각각의 피막(coat)을 후속 피막을 가하기 전에 공기-건조시키는 경우에 바람직하다.
- <6> 셀은 1인치의 약 1/8 내지 약 1/2 범위(약 0.31 내지 약 1.27cm)의 두께까지 축적될 수 있다. 마지막 침지 및 체질 후에, 셀은 완전히 공기-건조된다. 이러한 과정으로 제조된 셀을 셀 표면의 질감 때문에 "치장된(stuccoed)" 셀이라 부른다.
- <7> 다음에, 셀을 용융성 기재의 녹는점 이상으로 가열한다. 이 단계에서, 상기 패턴은 용융되어 단지 셀과 용융성 기재의 잔류물만이 남는다. 이어서, 셀을 용융성 기재 잔류물을 셀로부터 기화시키기에 충분히 높은 온도로 가열한다. 통상적으로는 이러한 고온 가열로부터 셀을 냉각시키기 전에 셀을 용융된 금속으로 채운다. 중력법, 압력법, 진공법 및 원심분리법을 포함한 각종 방법이 용융된 금속을 셀에 도입하기 위해 사용되어 왔다. 주형내의 용융된 금속이 충분히 고화되고 냉각되면, 셀로부터 주물을 제거할 수 있다.
- <8> 정밀주조가 수천년동안 알려지고 사용되어 왔으나, 정밀주조 시장은 더욱 정교하고 복잡한 부품에 대한 수요가 증대함에 따라 계속 증대하고 있다. 고품질의 정밀주물에 대한 높은 수요때문에 정밀주조 셀을 더욱 효과적이고 비용-효율적이며 결합 없이 제조할 수 있는 새로운 방법에 대한 필요성이 지속적으로 존재한다. 예를 들어, 정밀주조 셀의 강도가 증가하면, 적은 재료가 필요할 것이다. 강도가 높은 셀은 또한 더욱 내균열성이 될 것이고, 따라서 적은 수의 결합을 가진 주물이 생성될 것이다. 또한, 정밀주조 셀의 고형분 수준이 증가하면, 셀이 더 빨리 건조할 것이고 추가의 시간, 재료 및 비용 절감을 위해 적은 수의 피막으로 제조될 것이다.
- <9> 따라서, 정밀주조 셀의 강도 및 고형분 수준을 증가시키는 개선된 방법을 제공하는 것이 바람직하다.

발명의 상세한 설명

- <10> 본 발명의 방법은 한종 이상의 마이크로실리카(microsilica)를 정밀주조 셀에 혼입시킬 것을 필요로 한다. 마이크로실리카의 첨가는 정밀주조 셀의 강도와 고형분 수준을 효과적으로 증가시킨다.
- <11> 본 발명은 정밀주조 셀의 강도 및 고형분 수준을 증가시키는 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 한종 이상의 마이크로실리카가 셀에 혼입된다. 마이크로실리카는 이를 당업계에 일반적으로 공지된 통상의 방법으로 슬러리에 첨가함으로써 정밀주조 셀에 혼입될 수 있다.
- <12> 본 발명의 실시예에 사용될 수 있는 마이크로실리카로는 실리카 폼 및 혼중 실리카와 같은 인공 마이크로실리카, 포졸란(pozzolan)으로 공지된 천연 마이크로실리카 및 이들의 혼합물을 포함한다. 적절한 포졸란의 예는 규조토, 오팔린 처트 및 셰일, 응회암, 화산재, 경석(pumicite) 및 플라이애쉬(fly ash)를 포함한다. 정밀주조 셀의 강도 및 고형분 수준 증가에 사용되기에 바람직한 마이크로실리카는 실리카 폼이다. 정의에 의해 "실리카 폼(silica fume)"은 실리콘, 페로실리콘 또는 용융 실리카 제조의 부산물이다.
- <13> 마이크로실리카는 정밀주조 셀의 강도 및 고형분 수준을 효과적으로 증가시키는 농도로 사용된다. 셀에 첨가되는 마이크로실리카의 양은 셀 중량을 기준으로 약 0.1 내지 약 15.0중량% 범위인 것이 바람직하다. 더욱 바람직하게는, 마이크로실리카의 양은 약 0.2 내지 약 10.0중량%이고, 약 0.5 내지 약 5.0중량%가 가장 바람직하다.
- <14> 본 발명의 발명자들은 적어도 한종 이상의 마이크로실리카를 정밀주조 셀에 혼입시키는 것이 셀의 강도 및 고형분 수준을 효과적으로 증가시킬 것을 발견하였다. 또한, 본 발명자들은 마이크로실리카의 첨가가 적은 수의 피막을 가지면서 더 강한 셀을 형성하고, 따라서 재료 절감 및 생산성 향상 뿐만 아니라 더욱 적은 결합을 가진 주물을 생성하는 고품질 주형을 제공할 수 있음을 발견하였다.

실시예

- <15> 하기 실시예는 본 발명을 설명하고 당업자에게 본 발명의 제조 및 사용방법을 교시하기 위해 제공된다. 이러한 실시예는 어떤 식으로든 본 발명 및 이의 보호 범위를 제한하려는 의도는 아니다.
- <16> 실시예 1

<17> 하기 제형을 사용해 슬러리를 제조하였다:

표 1

슬러리 성분	농도(비)
콜로이드 실리카 ¹ 1576g	
탈이온수	315g
라트릭스(Latrix ^R) 6305 폴리머 ² 189g	
날캐스트(Nalcast ^R) P1 (-200메쉬) 용융 실리카 ³ 1105g	
날캐스트(Nalcast ^R) P2 (-120메쉬) 용융 실리카 ⁴ 3315g	
날코(Nalco ^R) 8815 음이온성 습윤제 ⁵ 1.5g	
다우 코닝(Dow Corning ^R) Y-30 소포제 ⁶ 4.2g	
스텔스(Stealth ^R) 1/8 인치 폴리프로필렌 섬유 ⁷ 19.5g	
실리카 폼 ⁸ 260g	

<19> ¹실리카 25%로 희석된 Nalcoag^R 1130 (8nm, 나트륨 안정화됨)(온디오 날코 컴파니사로부터 입수가가능함)

<20> ²스티렌 부타디엔 라텍스- 희석된 콜로이드 실리카를 기준으로 10%임(온디오 날코 컴파니사로부터 입수가가능함)

<21> ³온디오 날코 컴파니사로부터 입수가가능함

<22> ⁴온디오 날코 컴파니사로부터 입수가가능함

<23> ⁵70% 설포석신산디옥틸나트륨(온디오 날코 컴파니사로부터 입수가가능함)

<24> ⁶30% 실리콘 에멀전(미시간주 미들랜드에 소재하는 다우코닝 코포레이션으로부터 입수가가능함)

<25> ⁷조지아주 치카모가에 소재하는 신텍 인더스트리즈, 인크로부터 입수가가능함

<26> ⁸레귤러 등급의 마이크로실리카(오하이오주 비벌리에 소재하는 글로브 메탈러지컬로부터 입수가가능함)

<27> 72시간 동안 혼합한 후, 5번 잔컵(Zahn cup)을 사용하여 슬러리의 점도를 측정 및 조정하였다. 점도는 9 내지 12초의 범위였다. 소량의 결합제(콜로이드 실리카 + 물 + 폴리머)를 첨가하여 원하는 유동성을 획득하였다. 점도를 조정하면 슬러리는 침지를 위해 준비되었다.

<28> 왁스 패턴을 날코(Nalco^R) 6270 패턴 세정제 및 물 행굼제를 사용해 세정 및 예칭하였다. 왁스 바를 각각의 슬러리에 침지한 후, 날캐스트(Nalcast^R) S2 (30 ×50메쉬) 용융 실리카 스테코(강우법(rainfall method)으로 적용됨)에 침지하였다. 건조 시간을 1.5시간으로 시작해서 피막(coat)이 첨가됨에 따라 3.5시간까지 진행하였다. 최종 셀은 날캐스트(Nalcast^R) S2 스테코에 더해서 한겹의 셀 코팅(seal coat)(스테코는 아님)이 있는 네겹의 피막을 가졌다. 모든 피막을 73 내지 75°F, 35 내지 45%의 상대습도 및 200 내지 300feet/min의 공기유동에서 건조시켰다. 24시간동안 최종 건조시킨 후, 테스트에 앞서 셀을 추가로 24시간 동안 데시케이터에 넣어두었다.

<29> 실험 슬러리로 부터 제조된 파괴계수(modulus of rupture, MOR) 바를 사용해 다수의 셀 특성을 평가하였다. 바를 ATS 유니버설 테스트 머신(펜실바니아주 버틀러에 소재하는 어플라이드 테스트 시스템즈로부터 입수가가능함) 상에서 3점 휨 고정으로 파괴하였다. 아날로그-디지털 변환보드 및 데이터 획득 소프트웨어를 포함하는 퍼스널 컴퓨터에 아날로그 출력(전압)을 입력하였다. 하중 대 시간 또는 하중 대 변이 직선으로서 데이터를 저장하였다. 데이터 획득 소프트웨어 또는 스프레드시트 프로그램을 사용하여 계산 및 분석하였다. 이하의 물리적 성질은 MOR 표본에 대해 측정된 것이다:

<30> 파괴하중

<31> 파괴하중은 시편이 지탱할 수 있는 최대 하중이다. 하중이 클수록 시편은 강한 것이다. 이는 셀 두께, 슬러리 및 셀 조성에 의해 영향받는다. 이 성질은 셀 균열 및 관련된 주물 결합을 예측하는데 중요하다. 미가공(공기건조된) 연소된(1시간 동안 1800°F에서 유지하고 실온으로 냉각시킨) 고온(1시간 동안 1800°F에서 유지하고 온도에서 파괴함) 상태에서 시편에 대해 파괴하중을 측정 및 기록하였다. 수득된 결과를 조절된 파괴하중(Adjusted Fracture Load, AFL)으로서 표준화 및 표현하였다. AFL은 이 파괴하중을 2인치 시험 간격에 대해 시편 폭으로 단순히 나눈 것이다.

<32> 셀 두께

<33> 셀 두께는 셀 축적 과정과 결합하여, 슬러리 및 셀 조성에 의해 영향받는다. 두께 변화는 과정 불안정성의 지표이다. 비균일한 셀 두께는 건조, 왁스제거, 예열 및 주입(pouring) 과정에서 셀내에 응력을 생성한다. 몇몇 경우는 주형 파괴를 초래한다. 주형은 냉각 금속을 둘러싸고 절연시킨다. 두께 변화는 주물의 미세구조, 수축, 채움(fill) 및 응고 속도에 영향을 미칠 수 있다.

<34> 파괴계수

<35> 패턴으로서 직사각형 왁스 바를 사용해 평편한 세라믹판을 제조한다. 통상적인 치수는 $1 \times 8 \times 1/4$ 인치이다. 왁스 바를 원하는 셀 시스템을 사용해 둘러싼다(investing). 건조시킨 후, 벨트 샌더로 에지(edge)를 제거한다. 두개의 남아있는 플레이트를 왁스로부터 분리하여 두개의 시편을 얻는다. 시편을 ATS 유니버설 테스트 머신 상에서 3점 하중 장치를 사용해 파괴한다. 미가공 연소된(green fired) 고온 상태에서 바에 대한 MOR 값을 계산한다.

수학식 1

<36> $MOR = 3PL/2bh^2$

<37> 상기 수학식 1에서,

<38> P는 파운드 단위의 파괴하중이고,

<39> L은 인치 단위의 시편 길이이며(지지체 사이의 거리),

<40> b는 인치 단위의, 파괴지점에서의 시편 폭이고,

<41> h는 인치 단위의, 파괴지점에서의 시편 두께이다.

<42> MOR은 파괴응력이다. 이는 파괴하중과 시편 치수에 의해 영향받는다. 셀 두께는 응력이 이 값의 제공에 역으로 비례하기 때문에 특히 중요하다. 셀 표면의 고르지못한 성질이 이 치수를 정확히 측정하기 어렵게 하여 큰 표준편차를 야기한다. 이러한 문제점은 충분한 수의 시편을 파괴하고 측정함으로써 극복된다.

<43> 휨(bending or deflection)

<44> 시편은 하중이 인가됨에 따라 굽혀진다. 시편이 파괴될 때 최대 휨을 기록한다. 휨은 가요성 및 중합체 농도와 함께 증가하고, 가요성 셀은 셀 축적 동안 왁스 패턴의 팽창 및 수축을 견딜 수 있다. 미가공 조건하에서 바에 대한 휨을 측정한다.

<45> 파괴지수(fracture index)

<46> 파괴지수는 미가공 상태에서 셀을 파괴하기 위해 필요한 일 또는 에너지의 척도이다. 이는 셀 "인성(toughness)"의 지표로 되며, 즉, 이 지수가 높을수록 재료는 더 강인하다. 예를 들어, 폴리프로필렌 병은 유리 병보다 강인하며, 따라서 더 높은 파괴지수를 갖는다. 이 지수는 내균열성의 지표이다. 지수가 높은 셀은 낮은 시스템보다 이들을 파괴하기 위해 더 많은 에너지를 필요로 한다.

<47> 파괴지수는 슬러리 및 셀 조성에 의해 영향받는다. 중합체 첨가제가 이 지수를 증가시킨다. 연질 중합체는 경질 중합체보다 파괴지수가 더 큰 셀을 생성한다. 이 지수는 셀 가요성에 비례하고, 구부러질 수 있는 셀은 경질의 취성 셀보다 더 많은 에너지를 흡수한다.

<48> 파괴지수는 MOR 시편에 대한 하중/변이 곡선 밑의 면적을 적분하여 측정한다. 이 지수는 변이위치를 모니터링할 때는 (휨) × (거리)로 측정하며, 하중 시간을 모니터링할 때는 (휨) × (시간)을 측정한다. (휨) × (시간)을 (휨) × (거리)로 전환하기 위해 하중 속도를 사용한다. 시험 결과는 2인치 시험 간격에 대해 지수값을 시편폭으로 단

순히 나눔으로써 표준화시킨다.

- <49> 표 2에서 알 수 있는 바와 같이, 실리카 폼은 연소 강도를 감소시키면서 강도와 인성은 증가시켰다. 최고의 시스템(P1/P2/폼)은 폼 없이 P1/P2 섬유로 향상시킨 시스템과 비교할 때 파괴하중이 65% 증가하고, MOR이 29% 증가하며, 인성이 67% 증가하였다.

표 2

<50>

미가공 결과					
시스템	A.F. 하중(lb)	MOR(psi)	MOR(kpsi)	휨(mil)	A.F. 지수
P1/P2	10.71	483	181	7.03	48.5
P1/P2/폼	17.70	621	205	7.10	80.5
고온결과					
시스템	A.F. 하중(lb)	MOR(psi)			
P1/P2	24.61	1067			
P1/P2/폼	35.82	1287			
연소결과					
시스템	A.F. 하중(lb)	MOR(psi)			
P1/P2	13.41	600			
P1/P2/폼	14.38	538			

<51>

실시예 2

<52>

슬러리를 다음 제형을 사용해 제조하였다:

표 3

<53>

슬러리 성분	농도(비)
콜로이드 실리카 1477g	
탈이온수	296g
TX-11280 폴리머 ¹ 0.0g(0%), 88.7g(5.0%), 177.0g(10.0%)	
용융 실리카 블렌드(-270/-200/-120 메쉬) ² 4550g	
날코(Nalco ^R) 8815 음이온성 습윤제 ⁵ 1.5g	
다우 코닝(Dow Corning ^R) Y-30 소포제 ⁶ 4.2g	
스텔스(Stealth ^R) 1/8 인치 폴리프로필렌 섬유 ⁷ 16.3g	
실리카 폼 ⁸ 0.0g(0%), 130g(2.0%), 260g(4.0%), 325g(5.0%), 390g(6.0%)	

<54>

¹ 스티렌 부타디엔(SBR) 라텍스(희석된 콜로이드 실리카를 기준으로 0 내지 10%)(온디오 날코 컴파니로부터 입수 가능함)

<55>

² -270메쉬 용융 실리카(펜실바니아주 프리시아에 소재하는 킹(King)사로부터 입수가가능함)와 날캐스트(Nalcast^R) P1 (-200메쉬) 및 날캐스트(Nalcast^R) P2 (-120메쉬) 용융 실리카의 블렌드(날캐스트 제품들은 모두 온디오 날코 컴파니사 제품임). 이 블렌드의 근사적인 비는 20/20/60이다.

<56>

상기 슬러리와 쉘 제조과정은 실시예 1에 기술된 것과 동일하였다. 쉘 시험방법 또한 동일하였다.

<57>

표 4에 나타낸 바와 같이, 실리카 폼의 첨가로 슬러리 점도가 감소하였으며, 고형분 함량 및 쉘 강도는 증가하였다. 높은 고형분 함량은 건조시간을 단축시키며, 쉘 강도는 증가시키고 생산성을 향상시킨다. 폴리프로필렌 섬유와 함께 사용할 경우, 고성능 주형이 최소의 피막(코팅)으로 생산된다. 실리카 폼을 첨가 및 미첨가한 슬러리에 대한 미가공, 고온 연소된 MOR 결과는 다음과 같다:

표 4

<58>

0% TX-11280 폴리머				
	미가공 MOR	고온 MOR	연소된 MOR	고형분 %
0.0% 실리카 폼	449psi	1335psi	467psi	76.00
4.0% 실리카 폼	589psi	1730psi	708psi	79.45
5% TX-11280 폴리머				
	미가공 MOR	고온 MOR	연소된 MOR	고형분 %
2.0% 실리카 폼	671psi	1646psi	506psi	77.71
6.0% 실리카 폼	745psi	1808psi	801psi	80.12
10% TX-11280 폴리머				
	미가공 MOR	고온 MOR	연소된 MOR	고형분 %
0.0% 실리카 폼	783psi	1398psi	711psi	77.44
4.0% 실리카 폼	848psi	1914psi	805psi	79.24
5.0% 실리카 폼	918psi	1821psi	745psi	79.81

<59>

본 발명을 바람직한 또는 예시된 양태와 관련지어 상기와 같이 기술하였지만, 이들 양태가 본 발명을 소모하거나 제한하는 것으로 의도되지는 않는다. 오히려, 본 발명은 첨부된 특허청구범위에 정의된 대로 이의 요지와 범위에 포함되는 모든 대안, 변형 및 등가물을 포함하는 것으로 의도된다.